

*Liceo Scientifico “A. Righi”*

*Anno scolastico 2013/2014*

*La Musica elettronica*



*“Chiudete gli occhi per vedere meglio e buon viaggio  
nel paese delle cose che non si vedono”*

*Karlheinz Stockhausen*

*Dario Cantarelli  
Classe 5<sup>^</sup>Bf*

## Introduzione

Il primo Novecento vede il trionfo della scienza e della tecnica, mentre fioriscono avanguardie in campo artistico e letterario che sostengono o criticano il progresso. Dal Futurismo al Surrealismo, dall'esaltazione della scienza al recupero della dimensione onirica, il panorama del primo Novecento si presenta denso di novità. Anche la musica trae giovamento dalle scoperte scientifiche e dalle innovazioni tecnologiche, tanto che possiamo attribuire a questi anni la nascita della musica elettronica.

Alla fine del XIX secolo gli strumenti acustici dominavano incontrastati l'intero panorama musicale: nei primi anni del Novecento la necessità di esprimersi artisticamente attraverso nuovi mezzi dà inizio alle sperimentazioni. È il Futurismo a presentare la più significativa innovazione: nel 1913 Luigi Russolo, compositore e pittore firmatario del manifesto futurista *L'arte dei rumori*, inventa gli "intonarumori", una famiglia di strumenti in grado di produrre suoni artificiali attraverso lo sfregamento di lastre metalliche, cavi e ingranaggi. Russolo vuole dar voce alla musica del progresso, introducendo una concezione di suono che rompa con la tradizione e sia simbolo della nuova società industrializzata, cercando di raggiungere lo stesso obiettivo che Filippo Tommaso Marinetti aveva in letteratura: creare un linguaggio che permettesse di esprimere il rombo di un'automobile, la velocità di un aereo o il fumare delle ciminiere. Il tentativo futurista di rivoluzionare la letteratura non prosegue negli anni, ma altrettanto non si può dire per la musica. Se Luigi Russolo è considerato il primo artista ad aver teorizzato e messo in pratica il concetto di rumore in musica, la ricerca volta ad ampliare il concetto di suono oltre lo spettro melodico viene riproposta negli anni '50 da Luciano Berio, compositore d'avanguardia italiano, che nel 1958 incide "Thema: omaggio a Joyce": si tratta di una lettura dell'undicesimo capitolo dell'*Ulysses*, registrata su nastro magnetico e rielaborata elettroacusticamente, un tentativo di interpretare musicalmente l'intento polifonico ricercato dall'autore irlandese attraverso il testo letterario.

Negli stessi anni Robert Moog, un ingegnere americano, inventa il Minimoog model D, il primo sintetizzatore "economico" portatile che segna una svolta nell'ambito musicale per gli anni a venire. La rivoluzione dello strumento sta nella struttura, semplice e compatta grazie alle tecnologie dell'epoca, che sfrutta il principio fisico del controllo a voltaggio, per cui la pressione di un tasto genera una tensione di corrente a cui corrisponde una determinata frequenza. Le possibilità che offre il sintetizzatore sono molto ampie e si trovano espresse nella musica a partire dagli anni '60. Il suono prodotto è completamente artificiale, uno dei traguardi che i compositori pionieri dell'epoca hanno accolto molto volentieri.

Oggi la ricerca prosegue, la necessità di trovare nuovi mezzi espressivi non si ferma: nel campo dell'immagine si veicolano segnali attraverso i movimenti del corpo e nell'ambito sonoro si cercano nuovi mezzi di interazione fra uomo e strumento. Il centro "Tempo Reale" di Firenze, fondato nel 1987 da Luciano Berio con l'intento di formare giovani musicisti nel campo delle nuove tecnologie musicali, rappresenta la punta di diamante della sperimentazione musicale in Italia, producendo risultati che il pubblico di massa apprezzerà fra dieci, forse vent'anni. Secondo Berio la ricerca musicale deve spingersi oltre i confini artistici e scientifici, privilegiando come oggetto la natura del suono, così come egli stesso aveva fatto con *Thema*. In una nota personale l'autore spiega l'obiettivo delle sue ricerche:

*"Così come il linguaggio non è scindibile in parole e concetti, ma è in realtà un sistema di simboli arbitrari, attraverso il quale noi diamo una forma determinata al nostro modo di essere nel mondo, anche la musica non è fatta solo di note e di relazioni convenzionali tra le note, ma si identifica piuttosto con il nostro modo di scegliere, dare forma e mettere in relazione tra loro certi aspetti del continuum sonoro."* (Luciano Berio: *Thema (Omaggio a Joyce)* – Nota dell'autore)

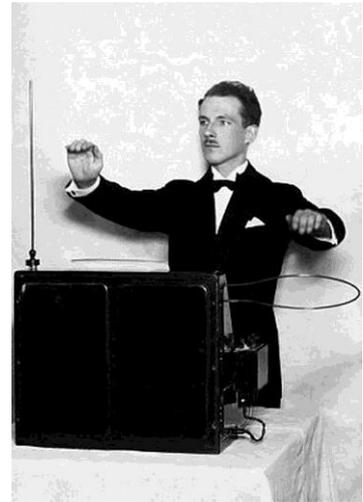
## Storia generale

La musica elettronica è un genere che implica l'uso di strumenti musicali elettronici e della relativa tecnologia, le cui premesse tecniche sono datate fra la fine del XIX secolo e la prima metà del Novecento, a partire dall'invenzione dell'oscillatore elettromeccanico e del fonografo, che hanno posto le basi per la registrazione e la riproduzione del suono. La ricerca che ha portato alla nascita del genere vero e proprio ha radici più profonde. La musica elettronica è una delle risposte alla ricerca di nuovi mezzi espressivi che diano voce ai drammi e alle contraddizioni della società contemporanea, cosa che la musica tonale, pur continuando ad esistere, non è in grado di fare. Il mezzo tecnologico è quindi da considerarsi secondario rispetto al fine artistico. Secondo il filosofo Theodor Adorno, l'arte può e deve avvalersi della tecnica, salvaguardando però sempre la priorità dei fini estetici rispetto ai mezzi. I compositori cercano quindi di espandere il loro raggio d'azione, motivo per cui gli strumenti elettronici sono diventati strumenti di produzione sonora e non solo mezzi di riproduzione sonora. Il compositore italiano Luciano Berio è convinto che sia stata la musica per prima a prestare attenzione ai mezzi tecnologici. In ogni caso all'inizio del XX secolo la *musica* e la *tecnica* hanno incrociato le loro strade.

C'è chi parla di neoimpressionismo musicale, per indicare il fatto che è la materia stessa con cui l'artista lavora ad avere un valore in sé.

### Il Theremin, l'inizio dell'innovazione

All'inizio degli anni '20 Lev Theremin, uno sperimentatore russo nel campo dell'elettrotecnica, crea il primo strumento elettronico il cui controllo avviene senza contatto fisico. È il risultato di alcuni studi compiuti sui campi elettromagnetici derivanti dalla sua passione per l'astronomia. Il Theremin è un elettrofono che sfrutta il principio eterodinamico, frutto delle interferenze che il corpo umano crea con i campi elettromagnetici generati dalle radio, così chiamato perché all'epoca si pensava che l'etere fosse il mezzo di propagazione per le onde radio. Fisicamente è costituito da due antenne che controllano rispettivamente frequenza e volume, in grado di riprodurre suoni simili alla voce umana. Il Theremin sfrutta infatti un difetto dell'oscillatore a battimenti per cui al variare della distanza di un corpo questo cambia la frequenza di oscillazione. L'esecuzione avviene quindi esclusivamente attraverso l'avvicinarsi o l'allontanarsi delle mani. Nel maggio 1922 Lenin rimane colpito dall'invenzione di Theremin ed è pronto a finanziare una campagna pubblicitaria mondiale finalizzata a propagandare lo strumento come simbolo della grandezza della Russia. Così il Theremin diventa una celebrità soprattutto negli Stati Uniti, da sempre appassionati per le invenzioni stravaganti. Qui la violinista di origini russe Clara Rockmore si esibisce nell'interpretazione di autori classici come Tchaikovsky, diventando la più celebre thereminista della storia.



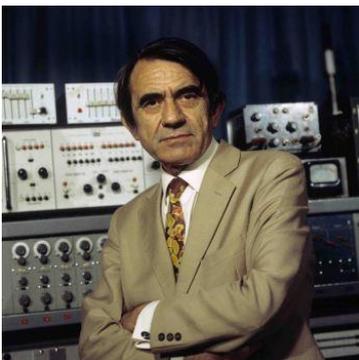
Theremin in una dimostrazione del suo strumento

## ***Gli anni '50 e i pionieri della musica elettronica***

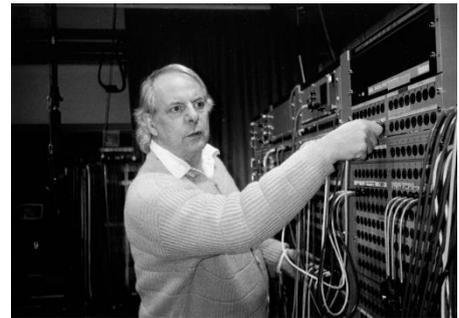
Gli anni '50 sono gli anni della ricostruzione fisica e morale dell'Europa, nonché i più fecondi per gli studi compiuti nel campo della musica sperimentale. Intorno al 1955 viene coniato il termine "musica elettroacustica", ad unificare le diverse correnti fino ad allora emerse, la concreta e l'elettronica. Gli strumenti essenziali per comporre in questo periodo sono di quattro tipi:

- a) relativi alla generazione di suoni e rumori;
- b) relativi alla modificazione del materiale generato;
- c) relativi alla miscelazione e alla combinazione del materiale generato;
- d) utilizzati per la registrazione su nastro.

Si guarda quindi alla struttura oscillatoria del suono, la cui analisi richiede conoscenze di acustica. Come rileva Karlheinz Stockhausen, "il musicista non aveva quasi altra risorsa che le sue proprie ricerche pratiche. Egli doveva ampliare il proprio mestiere e studiare acustica".



Pierre Schaeffer



Karlheinz Stockhausen

Parigi è il centro della musica concreta, che trae origine dall'esperienza di Pierre Schaeffer, musicista e ingegnere. Il primo brano di musica concreta è *l'Etude au chemin de fer*: tre minuti di materiale ferroviario assemblato e lavorato con gli esigui mezzi che Schaeffer aveva a disposizione. È uno dei cinque *Etudes de bruits*, gli studi sul rumore, che anticipano di quasi tre decenni i concetti di "campionamento" e di "loop", fondamentali ancora oggi nella musica elettronica.

In Germania lo *Studio per la musica elettronica* di Colonia si orienta verso quella che viene definita elettronica pura, con le tecniche seriali realizzate attraverso la scomposizione e ricomposizione matematica del suono con procedimenti elettronici. Karlheinz Stockhausen è il compositore che ha contribuito maggiormente allo sviluppo di questa corrente, influenzando i musicisti delle generazioni seguenti. Nel corso della sua carriera ha realizzato opere che traevano riferimenti dalla storia dell'arte, come i dipinti di Piet Mondrian. La ricerca elettronica non impedisce però a Stockhausen di dichiarare che l'elemento naturale, biologico, costituito dalle voci e dal suono strumentale classico è insostituibile, talmente complesso da dimostrarsi superiore a qualsiasi suono creato sinteticamente.

Per quanto riguarda l'Italia la ricerca elettroacustica nasce all'interno del movimento futurista, dotato di un'ideologia complessiva, che tocca non solo tutti i campi dell'espressione e della comunicazione, ma anche della morale e della politica. Si tratta della prima vera e propria avanguardia del XX secolo, poiché il suo fondatore, Filippo Tommaso Marinetti, parte dall'"azzeramento universale" delle arti. I futuristi vogliono creare una nuova immaginazione, un nuovo lessico delle arti. Si può dire che il concetto di "rumore" in musica viene introdotto proprio dal futurismo. Nel manifesto tecnico della musica futurista Francesco Balilla Pratella, compositore romagnolo, rivendica il ricorso alla totalità dei suoni disponibili, senza nessuna discriminazione. L'11 marzo 1913, dopo le prime esecuzioni di Pratella, viene diffuso *l'Arte dei rumori. Manifesto futurista*,

dove Luigi Russolo descrive il progetto musicale dell'avanguardia. La natura è silenziosa mentre il mondo umano macchinizzato del XX secolo è rumoroso. L'intenzione è quella di intonare e regolare armonicamente e ritmicamente i rumori, operazione per cui nascono gli "intonarumori", di diverse tipologie. Lo sferragliare di questi strumenti dà vita a veri e propri concerti, che determinano l'importanza del segno lasciato dai futuristi. Superata questa esperienza, il cuore della ricerca musicale elettronica italiana nel secondo dopoguerra è lo Studio di Fonologia di Milano. Creato nel 1955 presso la sede RAI milanese, costituiva il terzo grande laboratorio europeo e spiccava sia per l'alto livello degli strumenti e dei mezzi tecnologici disponibili sia per la particolare ed eclettica commistione tra ricerca musicale, ricerca tecnologica e dimensione speculativa. È il frutto dell'attività e dell'impegno di Luciano Berio e Bruno Maderna, i principali compositori della scuola milanese, che tentano il superamento della dualità tra musica concreta e musica elettronica pura, avviandosi verso la scoperta e la sperimentazione di nuovi significati e intrecci musicali e di comunicazione. Lo studio però non nasce direttamente come centro di produzione musicale, ma come laboratorio per esperimenti elettroacustici di carattere generale, come ad esempio radiocommedie e radiocronache. A queste lavorava anche Umberto Eco, che stava compiendo degli studi su Joyce e trascorrevano molte sere a casa di Berio leggendo pagine dalle opere dello scrittore irlandese. Di lì

*"è nato un esperimento sonoro il cui titolo originale era Omaggio a Joyce, una sorta di trasmissione radiofonica di quaranta minuti in cui si iniziava leggendo il capitolo 11 dell'Ulysses in tre lingue, in inglese, nella versione francese e in quella italiana; ma poi, siccome Joyce stesso aveva detto che struttura del capitolo era la fuga per canonem, Berio iniziava a sovrapporre i testi a modo di fuga, prima l'inglese sull'inglese, poi l'inglese sul francese e così via." (Umberto Eco: Opera aperta. Forma e indeterminazione nelle poetiche contemporanee, 1962)*

Assistiamo, in Berio come in altri compositori del Novecento, al tentativo di assorbire il testo poetico nel suono, tentativo destinato a realizzare una sintesi pur sempre sbilanciata in una o nell'altra direzione (Berio era consapevole della divergenza fra musica e poesia).

Si tratta di un problema non nuovo, in quanto se ne era occupato il filosofo Nietzsche quasi un secolo prima, affermando l'inadeguatezza della parola poetica nei confronti della musica, in quanto la prima sarebbe solo un simbolo. Nietzsche parla di un sostrato sonoro universale da tutti comprensibile. Proprio questo concetto di fondo sonoro può essere assimilabile alle

intenzioni di Berio, quando utilizza la musica elettronica per favorire l'integrazione fra diverse strutture sonore e per superare la dimensione puramente simbolica. Berio parte quindi dal fondo sonoro del linguaggio, rimodulando il rapporto fra musica e parola poetica, facendo scaturire la spontanea musicalità della materia poetica e la nuova poeticità che i mezzi elettroacustici possono far emergere.



Luciano Berio

## **The electroacoustic rielaboration of Joyce's Ulysses**

In 1955 Luciano Berio and Bruno Maderna, two important Italian composers, founded the "Studio di fonologia Rai di Milano", where they used both techniques of "musique concrète" and "elektronische musik". In 1958 Berio composed "Thema: Omaggio a Joyce" for electromagnetic tape, the first work to be put in the category of contemporary musical art. It is based on the interpretative reading by Cathy Berberian of the poem "Sirens" from chapter 11 of Joyce's novel "Ulysses", rielaborated with technological means. The piece was originally composed to be part of a radio program by Luciano Berio and Umberto Eco, which was never broadcast. The title was *Omaggio a Joyce. Documenti sulla qualità onomatopeica del linguaggio poetico*.

*Thema* resumes the linguistic studies the composer has been carried on for some years in collaboration with Eco during the first stages of the *Studio di fonologia* in Milan; these studies were focused on one hand on the sonorous relationships between many different European languages; on the other hand, on the pure vocalism from several points of view: linguistic, phonetic, anthropological, musical. In particular, the construction of a new musical form based on the oscillation between music, literature and multimedia languages can be seen as the result of the interdisciplinary studies carried on at the *Studio di Fonologia*.

### **James Joyce**

Joyce was born in Dublin in 1882. Here he was educated at Jesuit schools, then at University College, where he studied French, Italian, German languages and literatures and English literature. He graduated in modern languages in 1902.

His interest in European literatures and culture led him to think of himself as a European rather than an Irishman. He established himself on the Continent and spent some time in Paris. In June 1904 he met and fell in love with Nora Barnacle and in October they moved to Italy, settling in Trieste, where he began teaching English and made friends with Italo Svevo. The years in Trieste were difficult and characterized by financial problems. In 1915 he moved to Zurich together with his family, as during World War I he was a British national living in the Austrian Empire.

Joyce returned to Trieste after the war, but in 1920 he settled in Paris. In 1922 he published *Ulysses*, which made him very famous. Later on, Hitler's advances in Europe caused the Joyces to flee from France to neutral Switzerland, where the writer died in 1941.



James Joyce

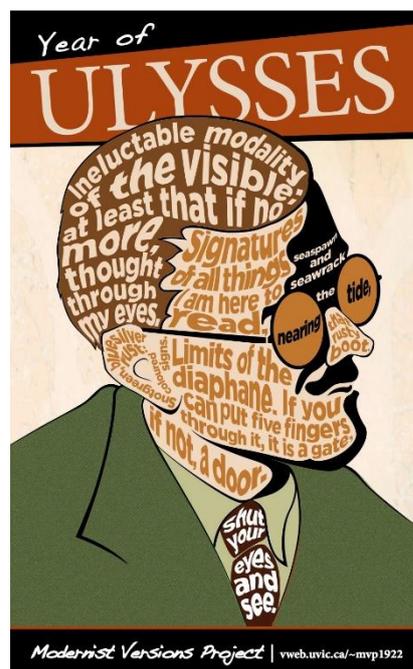
Though Joyce went into voluntary exile at the age of twenty-two, he set all his works in Ireland, and mostly in the city of Dublin. He was a Modernist writer and believed in the impersonality of the artist, whose task was to render life objectively, thus giving the readers a true image of it. His themes become gradually less relevant than the "narrative" itself, which consists of the impressions and thoughts an event causes in the inner world of a character, whose portrait is based on introspection rather than on description. The stories and novels open *in medias res* and the use of different points of view and narrative techniques vary according to the characters. Time is not perceived as objective but as subjective and the description of Dublin is not derived from external reality, but from the characters' minds floating.

His style developed from the realism of the *Dubliners* to the stream-of-consciousness technique in *Ulysses*, where language breaks down into a succession of words without punctuation or grammar connections, and reality becomes the place of psychological projections.

## Ulysses

The novel was written in a new form of prose based on “the mythical method”, which allowed the author to make a parallel with the *Odyssey*. Homer’s myth was used to describe the actions and people of a day in Dublin. Joyce declared he wanted to write a “modern epic in prose”. The novel sums up the themes and techniques he had developed in his previous works. He brought together the contemporary opposing tendencies of realism and symbolism, creating a new form of realism. He also presented the very atmosphere of Dublin, inseparable from his human characters. Consequently, Dublin becomes itself a character. The theme of the novel is moral: human life means suffering and falling, but also struggling to rise and seek the good.

*Ulysses*, like the *Odyssey*, is the story of a journey. It is divided into three parts, imitating the three parts of Homer’s work: “Telemachiad” (Chapters 1-3), “*Odyssey*” (Chapters 4-15), “Nostos” (Chapters 16-18), embodying the three main characters of the novel, Stephen Dedalus, Leopold Bloom and Molly Bloom. The eighteen chapters into which it is divided are closely related to Homeric episodes; besides, each episode develops a theme alluding to a colour, an art, a symbol, an organ of the body and is further characterized by the use of a narrative technique suitable for the subject-matter. Joyce himself made a chart with a list of the features of every chapter. Here there are those regarding Chapter 11.



Cover of an edition of *Ulysses*

Title	Scene	Hour	Organ	Art	Colour	Symbol
11. Sirens	Concert Room	4 p.m.	Ear	Music		Barmaids

### **Chapter 11: “Sirens”**

The events described take place in the Concert Room at the Ormond Hotel.

The episode is structured with musical logic and there are several musical allusions, both from classical and other music forms. It begins with an overture and proceeds through a fugal handling of voices, ideas and wisps of a sentimental song. Bloom enters the Ormond Bar where he witnesses Boylan, his wife’s future lover, flirting with the Sirens (the seductive barmaids Miss Douce and Miss Kennedy) before departing for the conquest of Bloom’s wife.

The hero’s impotence to intervene and prevent his cuckoldry, together with his fascination with his adversary, skillfully maintains a subtle but pervasive tension.

## Robert Moog e il successo del sintetizzatore

Il sintetizzatore è una macchina che produce e modifica suoni elettronicamente. Genera autonomamente segnali audio sotto il controllo di un musicista o di un sequencer; può riprodurre i timbri di strumenti reali o creare suoni non esistenti in natura. Attualmente sono molto diffusi anche i sintetizzatori virtuali (VST), software che si appoggiano al comparto audio presente nei personal computer.

I primi sintetizzatori vengono costruiti durante gli anni '40, ma gli elevati costi di produzione e le dimensioni mastodontiche ne impediscono la diffusione in larga scala. Basti pensare che il padre dei sintetizzatori, l'RCA Mark I Sound Synthesizer, occupava l'intero piano di un edificio.

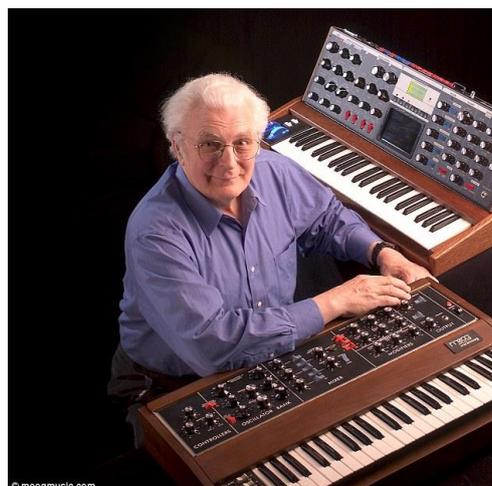
Negli anni '50 i transistor sostituiscono le valvole termoioniche nel controllo della corrente elettrica e grazie

alle dimensioni ridotte e alla praticità rivoluzionano l'industria elettronica. Nel 1958 vengono inventati i primi circuiti integrati, che includono al loro interno numerosi transistor.

Robert Moog (1934-2005), fondatore della Moog music, è stato un ingegnere e pioniere americano della musica elettronica. Fra i numerosi titoli di studio ottenuti ricordiamo la laurea in ingegneria elettronica presso la Columbia University e il dottorato onorario del Polytechnic Institute of New York University and Lycoming College. Durante la sua vita è stato anche consulente nel settore ricerca della Kurzweil Music Systems, importante azienda americana produttrice di strumenti musicali elettronici orientati all'uso professionale. Il suo nome è legato indissolubilmente all'invenzione che ha cambiato il corso della storia della musica elettronica.

Nel 1963 entra in commercio il primo sintetizzatore sottrattivo a controllo di voltaggio, dotato di una tastiera simile a quella di un pianoforte, caratteristica che lo differenziava dagli altri sintetizzatori sviluppati negli stessi anni.

L'evento che ha reso famoso il nuovo strumento è la pubblicazione dell'album "Switched on Bach" nel 1968. Interamente dedicato a Bach, nelle tracce era compresa la famosa "Aria sulla quarta corda" e parte dei Concerti brandeburghesi. L'LP ottiene un successo immediato, passando in testa alle classifiche di vendita, un evento insolito per la musica classica. Il successo del nuovo sound moog non si ferma, fino a raggiungere l'apice con la colonna sonora del film Arancia meccanica di Stanley Kubrick. Negli anni '70 il Moog si afferma fra i musicisti, grazie alla geniale miniaturizzazione del Minimoog model D, diventando così sinonimo di sintetizzatore per gli anni a venire.



Robert Moog



Minimoog Model D

## Le tipologie di sintesi

### Sintesi Sottrattiva o analogica

Il Minimoog Model D è il sintetizzatore analogico più famoso; le sue componenti sono simili a quelle dei modelli concorrenti, per cui può essere preso come modello descrittivo per la sintesi a sottrazione.

La sintesi sottrattiva, comunemente definita analogica, sfrutta la geniale invenzione del control voltage, il controllo attraverso la tensione. L'applicazione di una tensione elettrica permette di variare i parametri dei moduli di un sintetizzatore, divisi principalmente in tre categorie: generatori, filtri, modulatori. I sintetizzatori modulari permettono all'utente di acquistare i moduli separatamente, così da poterli combinare a proprio piacimento, a patto di sapere bene dove metter le mani. Nei sintetizzatori normalizzati invece i moduli sono già interconnessi, offrendo una facilità di utilizzo che ne ha decretato il successo, oltre al fatto di poter essere trasportati agilmente.

L'unità base è un generatore di segnale ad elevata produzione di onde armoniche, come le sinusoidi, onde quadre, onde triangolari, onde a dente di sega. Il segnale passa poi attraverso filtri che applicano tagli di frequenze allo scopo di modellare il timbro e quindi la forma d'onda. Si passa poi per controlli di inviluppo, che stabiliscono i tempi che delimitano l'agire del filtro o dell'oscillatore: attacco, decadimento, sostegno e rilascio. Il controllo del volume (VCA) permette a sua volta una serie di modifiche che, combinate ad esempio a dei generatori di rumore (Noise generator), possono dar vita a mille sfaccettature di suono.

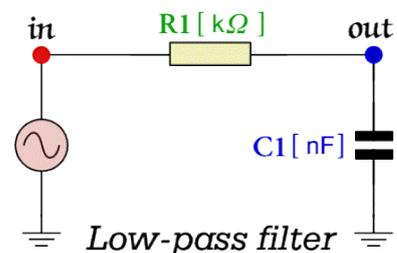
Componenti di un sintetizzatore analogico:

**VCO:** gli oscillatori sono i principali generatori di suono, costituiscono la base del sintetizzatore e ne caratterizzano e determinano la qualità. Generano una variazione di tensione ciclica e ripetuta nel tempo definita forma d'onda, fino all'invio di un nuovo comando. La tensione prodotta viene amplificata così da far muovere le membrane degli altoparlanti e diventare un suono udibile. Gli oscillatori si dividono in due tipi: VCO (oscillatore controllato dalla tensione) e DCO (oscillatore controllato digitalmente).

**LFO:** un oscillatore a bassa frequenza non supera mai le frequenze di 30-40 Hz. La sua funzione è di modulazione del segnale, in quanto a differenza del VCO (oscillatore controllato dalla tensione) non viene controllato da una tensione.

**Filtri:** sono una componente molto importante. Spesso si giudica un sintetizzatore solo dalla qualità dei suoi filtri. Il loro compito è di far passare solamente certe frequenze dello spettro udibile. I VCF (filtri controllati dalla tensione) si distinguono per il tipo di frequenze che lasciano passare e per il livello di filtraggio. Proprio le possibilità di personalizzazione offerte dai filtri hanno spinto i costruttori ad implementarne di più in una stessa macchina al posto di tante forme d'onda preconfezionate.

**Filtri passa basso:** il filtro passa basso era l'unico presente nei primi sintetizzatori analogici. È un circuito elettronico che permette il passaggio di frequenze al di sotto di una frequenza di taglio stabilita. Può essere attivo o passivo a seconda della presenza o meno di elementi attivi. Il passa basso passivo è un circuito RC in serie che fa passare tutte le frequenze comprese fra 0 Hz e la frequenza di taglio stabilita, oltre la quale elimina tutte le componenti in frequenza del segnale.



**ASDR:** la sezione involuppi emette una variazione di tensione nel tempo dal momento in cui viene attivato, solitamente alla pressione di un tasto. ADSR sta per Attack, Decay, Sustain e Release. Il suono crescerà di volume nel tempo stabilito dall'Attack, decadrà fino al valore stabilito dal sustain per poi essere abbassato del tutto nel tempo di rilascio.

**Effetti:** agiscono su vari parametri, come l'intonazione o la modulazione del suono. Si tratta dei delay, chorus, riverberi, equalizzatori.

**Modulation:** si tratta di controlli a forma di rotelline, il pitch bend che varia l'intonazione degli oscillatori, e il modulation wheel, solitamente legato alla frequenza degli LFO; nei sintetizzatori può essere assegnato ad un qualunque parametro.

**Memory Bank:** i sintetizzatori odierni dispongono di banchi di memoria che consentono di salvare le impostazioni di un sintetizzatore per richiamarle a piacimento dall'esecutore ogni volta che vuole. Questo meccanismo è detto "Data Entry".

**VCA:** La sezione amplificazione conclude un normale circuito di sintesi. Anche qui si può agire con controlli di involuppo per determinare il tempo con cui il suono processato è reso udibile, per simulare l'attacco lento di un arco, rilasci lunghi o effetti tremolo.

## Sintesi Additiva

Si basa sul presupposto che qualunque suono udibile sia divisibile in un numero infinito di forme d'onda pure, ovvero sinusoidali. Al contrario quindi, sarà possibile generare qualsiasi tipo di suono sommando infinite sinusoidi. La difficoltà sta proprio nel rendere pratico questo concetto, in quanto il numero di onde utilizzabili deve essere finito e allo stesso tempo in grado di offrire variazioni sonore di ampia portata. Più aumenta il numero di onde utilizzate, più aumentano i controlli necessari e quindi la complessità del programma che li gestisce. Il primo strumento a sfruttare la sintesi additiva fu il Thelharmonium del 1897, precursore dell'organo Hammond, che utilizzava un sistema di potenziometri che generava e sommava fra di loro onde sinusoidali.

## Sintesi FM

Differisce più di tutte dalla sintesi analogica. È una tecnica dove il timbro viene modulato da una frequenza di modulazione, che permette di ottenere una forma d'onda più complessa ed un tono con un suono differente. Al crescere della modulazione di frequenza aumenta la complessità del suono ottenuto. L'unità di funzionamento base si chiama Operatore, un generatore di onda sinusoidale. Non è possibile quindi cambiare forma d'onda. Gli operatori sono organizzati in algoritmi che si modulano fra di loro per dare vita a una combinazione infinita di timbri. Ci sono quindi operatori modulatori e portanti, i primi modulano e gli altri trasportano il suono finale. Nella sintesi di armonici il segnale di modulazione deve avere una relazione armonica con il segnale portante. Per i suoni di percussione o di campane si utilizzano modulatori con frequenze che non sono multipli interi del segnale portante, ovvero non armonici. A differenza della sintesi analogica non esistono filtri. Un sintetizzatore FM è molto difficile da programmare, per questo si è soliti modificare suoni già programmati dalla casa costruttrice.

## Sintesi a campioni

Questa tecnica prevede la registrazione in memoria EPROM di un suono che viene poi processato attraverso filtri ed effetti. La catena di sintesi è la stessa del sintetizzatore analogico. Il campione può essere modificato a piacimento, essere riprodotto al contrario, tagliato, velocizzato, sezionato. Così piccole porzioni di suono possono essere ripetute all'infinito in modo ciclico, creando un "loop". Una tecnologia di questo tipo implica l'uso di elevate quantità di memoria, per questo lo sviluppo della sintesi a campioni procede di pari passo con lo sviluppo delle memorie digitali. I primi sintetizzatori della famiglia gestivano campioni di pochi secondi a frequenze di campionamento basse, tra 8 e 12 bit e tra 22 e 32 KHz. Oggi il minimo standard per una buona qualità audio è di 44 KHz a 16 bit (qualità dei cd musicali), il che significa che ogni secondo vengono registrati 44.000 valori utili a coprire la frequenza più alta udibile dall'orecchio umano. Le prime tecniche erano definite "wavetable", elenchi di forme d'onda preinstallate, che offrivano un'ampia libreria da cui attingere, molto più ampia rispetto ai tradizionali synth analogici.

Il campionamento di suoni nasce prima dei campionatori digitali. Negli anni '40 la musica concreta, di cui Pierre Schaeffer è il maggiore esponente, faceva uso di registrazioni su vinile e poi su nastro per modificare i segnali ripresi dai microfoni. Nulla a che vedere però con i suoni controllati con precisione da una tastiera che arriveranno alla fine degli anni '60. A metà degli anni '80 questi strumenti trovano il successo, per via dei prezzi più accessibili. Gli strumenti più facili da riprodurre coi campioni sono quelli ritmici, perchè non troppo lunghi, così nascono le prime drum machine, che segnano una svolta nel panorama "New Wave" e "Hip Hop". I musicisti infatti non si appoggiano più a batteristi ritmici ma utilizzano la sequenza minimale prodotta dalle batterie elettroniche campionate. Tra le più famose è bene citare la Roland Tr-909.

Nel XXI secolo il campionatore per eccellenza è il computer, che attraverso software e interfacce audio si rivela lo strumento più economico per questo tipo di operazioni. Finora abbiamo parlato di sintetizzatori a campione, ma esistono anche i campionatori, strumenti che oltre alle modifiche offrono la possibilità di registrare e impostare la porzione di suono che si vuole "elaborare". La sintesi a campioni rimane ancora la più utilizzata dalle case produttrici, perché offre a costi bassi una buona emulazione. La grande richiesta di memoria per collocare le migliaia di campioni necessari a riprodurre strumenti complessi come un pianoforte (si parla di decine di gigabyte!) ha visto spostarsi la ricerca verso i modelli fisici, una tecnica meno onerosa in termini di spazio e addirittura più efficiente.

## *Sintesi per modelli fisici*

La sintesi per modelli fisici sfrutta algoritmi ed equazioni per riprodurre il naturale processo fisico di generazione del suono. Uno studio di questo tipo è preceduto da ricerche sulla fisica della generazione delle onde e delle varie interazioni fra le parti di uno strumento, volte a delineare chiaramente i parametri su cui lavorare "matematicamente". Si è cercato di riunire in famiglie i vari strumenti a seconda delle analogie scoperte, studiando le equazioni differenziali che offrono una previsione sull'andamento di un sistema azionato da fattori esterni.

Nel 1983 uno studio, condotto dai ricercatori americani Karplus e Strong, definisce il comportamento di una corda pizzicata o percossa. La Yamaha è la prima a produrre sintetizzatori che approfondiscono questi studi.

Fondamentali in questa tecnica sono gli algoritmi, che cercano di rendere fruibile e manipolabile il complesso meccanismo di generazione del suono. Sono basati sull'interazione tra le varie parti che compongono uno strumento virtuale come oscillatori virtuali, serie di filtri e linee di ritardo, in modo da poter riprodurre le sfumature e le dinamiche di uno strumento vero.

Per creare un suono si parte dal tipo di emulazione che si vuole ottenere, perché ogni algoritmo è improntato alla riproduzione di una tipologia di comportamento fisico. Solitamente si dividono gli strumenti in: a corda, percussioni, fiati e ance, sintetizzatori analogici.

Facciamo l'esempio di uno strumento a corda. Si parte scegliendo l'agente esterno "Eccitatore" (plettro, dita, arco) e come agirà sullo strumento. Si specifica il tipo di corpo risonante "Risonatore" e le sue dimensioni. Si determinano le variabili del corpo che emette il suono detto "Radiatore", come la cassa di una chitarra o la tavola risonante di un pianoforte.

Infine si curano le posizioni e la quantità di microfoni e l'"Ambiente" in cui viene ripreso il suono.

Le variabili possono essere infinite e calcolate di volta in volta con algoritmi più o meno semplici da programmare e da usare. Si evince che la produzione della catena di sintesi è un processo molto complesso, il cui controllo va ottimizzato attraverso delle sezioni di comandi, per evitare un uso eccessivo di memoria RAM. Come in un sintetizzatore disporremo anche qui di controlli che ci permettono di interagire col comportamento dello strumento, più un insieme di parametri che agiscono passivamente sulle caratteristiche fisiche dello strumento emulato.

Lo sviluppo della sintesi a modelli fisici è proceduto di pari passo col miglioramento dei microprocessori in termini di potenza e costi, tanto che oggi i computer si rivelano lo strumento più adatto a gestire questi software, poiché oltre alla capacità di elaborazione offrono la possibilità di calcolare tutti i risultati possibili tramite coprocessori matematici e di mostrare le variabili graficamente. Oggi si può dire che la sintesi a modelli fisici offre le migliori capacità emulative. Anche se gli strumenti reali in produzione prediligono ancora i campioni, a livello informatico i software a modello fisico si sono affermati come standard, grazie al minor consumo di risorse nel computer. Le dimensioni di questi programmi possono essere ridotte a pochi Mbyte contro le librerie di campioni che possono occupare decine di Gbyte, mille volte tanto. La sintesi a modelli fisici offre possibilità che vanno oltre la "semplice" emulazione di strumenti convenzionali, come la possibilità di crearne di nuovi, ibridi o programmati da zero, per poter studiarne i comportamenti e scoprire nuovi tipi di suono, un campo di sperimentazione ancora ai primi stadi e che probabilmente si svilupperà nei prossimi anni.

## *La computer music*

Nel quadro generale delle ricerche sulla musica informatica, gli Stati Uniti sono all'avanguardia per quel che riguarda l'utilizzo del calcolatore per la composizione. Le prime applicazioni degli elaboratori in campo musicale risalgono agli anni '50, mentre in Europa si è alle prese con le ricerche sulla musica elettroacustica. Due sono le tappe fondamentali nel processo di transizione verso la musica informatica, che tende verso "le aree di sintesi del suono, l'elaborazione digitale del suono e la comunicazione tra uomini e macchine, aprendo la strada a molteplici possibilità di interfacce". Una riguarda il lavoro compiuto da Max Mathews e John Pierce presso i Bell Laboratories sulla sintesi digitale del suono, tanto che Mathews è riconosciuto come padre della computer music. La seconda è rappresentata dalle ricerche condotte da Lejaren Hiller e Leonard Isaacson sulla composizione algoritmica. Nel 1957 Max Mathews scrive Music, il primo programma in grado di produrre musica elettronica. Già negli anni precedenti erano stati fatti dei tentativi che non avevano portato risultati altrettanto importanti. Nel 1961 il computer IBM 7094 canta "Daisy Bell", il primo brano interamente programmato al computer tramite Music, formato da una semplice melodia e da una voce digitale che recita la filastrocca "Daisy Bell" di Harry Dacre. È l'inizio della computer music: con il rapido evolversi dell'informatica Mathews sviluppa i successori di Music. Negli anni '70 partecipa allo sviluppo di GROOVE, un sistema dotato di schermo CRT che permette di intervenire in tempo reale nello sviluppo e nella performance di un brano. Fino ad allora infatti si programmava la musica nel vero senso della parola, ragion per cui una volta finito il brano non poteva essere rielaborato in tempo reale. Bisogna anche considerare che i computer dell'epoca richiedevano tempi di elaborazione molto lunghi, per cui il risultato finale arrivava dopo giorni e, nel caso necessitasse di modifiche, il processo andava ripetuto. GROOVE rappresenta quindi un notevole passo avanti che, unito alle possibilità offerte da computer sempre più veloci e potenti, rende più versatile lo sviluppo di musica elettronica. Mathews ha diretto l'Acoustical and Behavioral Research Center dei Bell Laboratories dal 1962 al 1985, occupandosi di ricerca nel campo della comunicazione, dell'apprendimento, della fisica acustica e della robotica. Nel 1987 diventa professore di ricerca musicale alla Stanford University. È stato membro di importanti associazioni, come la National Academy of Sciences, la National Academy of Engineering, l'American Academy of Arts and Sciences. Ha ricevuto la medaglia d'argento presso l'Acoustical Society of America ed è stato nominato Cavaliere nell'ordine delle arti e delle scienze in Francia. Muore il 21 Aprile 2011 a San Francisco. La sua importanza nel settore della musica informatica è testimoniata ancora oggi dal programma a lui intitolato, Max/Msp, un software di programmazione a oggetti che permette di realizzare in modo relativamente semplice ogni sorta di programma musicale.

## **Bibliografia:**

Daiches D., *Storia della letteratura Inglese*, Milano, Garzanti, 1980

Fronzi G., *Electrosound. Storia ed estetica della musica elettroacustica*, Torino, EDT, 2013

Prosperi R., *Elementi di Acustica e Stereofonia, Vol. I e II, 2<sup>a</sup> edizione*, Roma, Edizioni Klim, 1987

Sancristofori G., *Tech Stuff. Sussidiario di musica elettronica*, Milano, ISBN, 2007

Spiazzi M., Tavella M., *Only connect. A History and anthology of English literature*, Vol. 3, Bologna, 1997

## **Sitografia:**

<http://www.sintetizzatore.com/>

<http://www.lucianoberio.org/>